

左英桃,王晓鹏,陈云,陈刚,高正红.一种高效的CFD/CSD耦合飞行器多学科优化设计方法[J].航空动力学报,2014,29(12):2898-2904

一种高效的CFD/CSD耦合飞行器多学科优化设计方法

An efficient method for multidisciplinary design optimization of aircraft based on CFD/CSD coupling

投稿时间: 2014-02-23

DOI: 10.13224/j.cnki.jasp.2014.12.016

中文关键词: [CFD/CSD耦合](#) [翼身组合体](#) [多学科优化设计](#) [代理模型](#) [RBF插值](#)

英文关键词: [CFD/CSD coupling](#) [wing-body configuration](#) [multidisciplinary design optimization](#) [surrogate model](#) [RBF interpolation](#)

基金项目:西安交通大学机械结构强度与振动国家重点实验室开放课题(SV2014-KF-10)

作者	单位
左英桃	西北工业大学 翼型叶栅空气动力学国防科技重点实验室, 西安 710072
王晓鹏	上海机电工程研究所, 上海 201109
陈云	福建农林大学 计算机与信息学院, 福州 350002
陈刚	西安交通大学 机械结构强度与振动国家重点实验室, 西安 710049
高正红	西北工业大学 翼型叶栅空气动力学国防科技重点实验室, 西安 710072

摘要点击次数: 900

全文下载次数: 433

中文摘要:

建立了一种基于CFD/CSD (computational fluid dynamics/computational structure dynamics)耦合的多学科优化设计方法.该方法采用结构有限元方程进行结构特性分析,同时采用数值求解N-S方程方法获得气动载荷,保证了设计结果的可靠性,并采用基于代理模型的优化设计方法解决了采用高精度模型后计算量太大的问题.采用RBF(径向基函数)插值方法进行流固耦合界面数据插值,保证了传递过程中的能量守恒.利用建立的优化设计方法对一典型的翼身组合体进行了气动和结构优化设计,算例表明在满足约束条件的前提下优化后阻力和质量分别减小了5.0%和4.2%,证明了该方法的有效性.

英文摘要:

A multidisciplinary design optimization method based on CFD/CSD (computational fluid dynamics/computational structure dynamics) coupling was built. The structural performance was predicted by the structural finite element equation, and the aerodynamic loads was predicted by solving N-S equations to get reliable optimization results. Surrogate model was adopted to alleviate the huge expense caused by high-fidelity models. RBF (radial basis function) was utilized to exchange data between fluid and structure, and energy conservation principle is guaranteed. Typical wing-body configuration was optimized by the proposed design optimization method to improve the aerodynamic and structural performance. After optimization, the drag and mass of the aircraft are reduced by 5.0% and 4.2%, respectively, and all the constraints are satisfied. All these indicate the effectiveness of the proposed method.

[查看全文](#) [查看/发表评论](#) [下载PDF阅读器](#)

关闭

参考文献(共21条):

- [1] Rajagopal S, Ganguli R. Multidisciplinary design optimization of a UAV wing using Kriging based multi-objective genetic algorithm [R]. AIAA-2009-2219, 2009.
- [2] Nikbay M, Öncü L, Aysan A. Multidisciplinary code coupling for analysis and optimization of aeroelastic systems [J]. Journal of Aircraft, 2009, 46(6): 1938-1945.
- [3] Ghazlane I, Carrier G, Dumont A et al. Aerostructural adjoint method for flexible wing optimization [R]. AIAA-2012-1924, 2012.
- [4] Zill T, Ciampa P D, Nagel B. Multidisciplinary design optimization in a collaborative distributed aircraft design system [R]. AIAA-2012-0553, 2012.
- [5] 马铁林, 马东立, 张翔. 分析模型参数化建模在飞机多学科优化设计中的应用 [J]. 航空学报, 2008, 29(6): 1576-1580. MA Tielin, MA Dongli, ZHANG Shuo. Application of parameterization of analysis model in airplane multidisciplinary design optimization [J]. Acta Aeronautica et Astronautica Sinica, 2008, 29(6): 1576-1580. (in Chinese)
- [6] 薛飞, 余雄庆, 姚卫星. 轻型飞机机翼气动/结构协同优化研究 [J]. 计算力学学报, 2005, 22(4): 488-491. XUE Fei, YU Xiongqing, YAO Weixing. Integrated aerodynamic/structural design of a light airplane wing using collaborative optimization [J]. Chinese Journal of Computational Mechanics, 2005, 22(4): 488-491. (in Chinese)
- [7] 詹浩, 程诗信, 朱军, 等. 考虑气动弹性影响的机翼复杂气动外形设计研究 [J]. 西北工业大学学报, 2009, 27(1): 100-104. ZHAN Hao, CHENG Shixin, ZHU Jun, et al. An effective aerodynamic and aeroelastic coupled design method for complicated wing shape [J]. Journal of Northwestern Polytechnical University, 2009, 27(1): 100-104. (in Chinese)
- [8] 张科施, 韩忠华, 李为吉, 等. 一种考虑气动弹性的运输机机翼多学科优化方法 [J]. 空气动力学学报, 2008, 26(1): 1-7. ZHANG Keshi, HAN Zhonghua, LI Weiji, et al. A method of coupled aerodynamic/structural integration optimization for transport-wing design [J]. Acta Aerodynamica Sinica, 2008, 26(1): 1-7. (in Chinese)
- [9] 刘克龙, 姚卫星. 基于高精度模型的机翼气动/结构多学科设计优化方法 [J]. 中国科技论文在线, 2008, 3(10): 767-775. LIU Kelong, YAO Weixing. Study on multidisciplinary aerodynamic-structural design optimization of wings based on high fidelity models [J]. Sciencepaper Online, 2008, 3(10): 767-775. (in Chinese)
- [10] 刘金辉, 乔志德, 杨旭东, 等. 基于响应面法的机翼气动-结构一体化优化设计研究 [J]. 空气动力学学报, 2006, 24(3): 300-306. LIU Jinhui, QIAO Zhide, YANG Xudong, et al. Research of aerodynamic-structure integrative optimization design of wing based on response surface methodology [J]. Acta Aerodynamica Sinica, 2006, 24(3): 300-306. (in Chinese)
- [11] 董波, 张晓东, 酃正能. 干线客机机翼气动/结构综合设计研究 [J]. 北京航空航天大学学报, 2002, 28(4): 435-438. DONG Bo, ZHANG Xiaodong, LI Zhengneng. Integrated aerodynamic/structural design optimization for wing of trunkliner [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2002, 28(4): 435-438. (in Chinese)
- [12] 胡捷, 王如华, 王稳江, 等. 客机机翼气动/结构多学科优化方法 [J]. 南京航空航天大学学报, 2012, 44(4): 458-463. HU Jie, WANG Ruhua, WANG Wenjiang, et al. Multidisciplinary optimization of transport wing aerodynamic/structural integrated design [J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2012, 44(4): 458-463. (in Chinese)
- [13] 粟华, 谷良贤, 龚春林. 基于高保真度模型的高超音速飞行器静气动弹性优化 [J]. 航空动力学报, 2013, 28(8): 1836-1842. SU Hua, GU Liangxian, GONG Chunlin. Static aeroelastic optimization of hypersonic aircraft based on high-fidelity model [J]. Journal of Aerospace Power, 2013, 28(8): 1836-1842. (in Chinese)
- [14] 熊俊涛, 乔志德, 杨旭东, 等. 一种计及静气动弹性变形影响的跨声速机翼气动优化设计方法研究 [J]. 空气动力学学报, 2009, 27(2): 154-159. XIONG Juntao, QIAO Zhide, YANG Xudong, et al. An aerodynamic shape optimization of transonic wing design method for aeroelastic system [J]. Acta Aerodynamica Sinica, 2009, 27(2): 154-159. (in Chinese)

- [15] ZUO Yingtao,LU Jingjing,CHEN Gang,et al.Efficient multidisciplinary aerodynamic optimization design based on discrete adjoint method[R].AIAA-2013-1504,2013.
- [16] Swift A,Badcock K J.Inter-grid transfer influence on transonic flutter predictions[R].AIAA-2010-3049,2010.
- [17] 苏波,钱若军,袁行飞,等.利用能量守恒和径向基函数插值的流固耦合界面数据传递方法[J].西安交通大学学报,2009,43(9):114-120. SU Bo,QIAN Ruojun,YUAN Xingfei,et al.Data exchange method for fluid-structure interaction based on energy conservation and interpolation algorithm adopting radial basis function[J].Journal of Xi'an Jiaotong University,2009,43(9):114-120.(in Chinese)
- [18] Sadeghi M,Liu F,Lai K L,et al.Application of three-dimensional interfaces for data transfer in aeroelastic computations[R].AIAA 2004-5376,2004.
- [19] 黄礼,高正红,左英桃.一种快速稳健的并行多块结构动网格方法[J].计算力学学报,2012,29(3):363-367. HUANG Likeng,GAO Zhenghong,ZUO Yingtao.A fast and robust parallelizable moving mesh algorithm for multi-block structured grids[J].Chinese Journal of Computational Mechanics,2012,29(3):363-367.(in Chinese)
- [20] 杨国伟,郑冠男.基于静气动弹性效应的飞机型架外形修正方法研究[J].航空工程进展,2011,2(2):143-150. YANG Guowei,ZHENG Guannan.Aircraft jig shape correction method based on static aeroelastic analyses[J].Advances in Aeronautical Science and Engineering,2011,2(2):143-150.(in Chinese)

更多...

相似文献(共20条):

- [1] 俞必强,翁海珊,李疆,邱丽芳.多学科变量耦合优化设计方法[J].北京科技大学学报,2007,29(5):528-531.
- [2] 张静,刘永均,李柏林.多学科设计优化耦合复杂性的研究进展[J].机械设计与制造,2010(10).
- [3] 邢永刚,唐硕.耦合系统协同进化多学科设计优化算法研究[J].计算机仿真,2011,28(2).
- [4] 蒋鲁佳,辛万青,布向伟.导弹总体多学科设计优化耦合关系处理方法[J].导弹与航天运载技术,2009(6).
- [5] 赵勇,陈小前,王振国.航天器多学科设计优化研究综述[J].宇航学报,2006,27(12):227-232.
- [6] 赵勇,陈小前,王振国.航天器多学科设计优化研究综述[J].宇航学报,2006,27(Z1):227-232.
- [7] 郭健彬,曾声奎.耦合系统考虑可靠性的多学科设计优化分解方法[J].计算机集成制造系统,2011,17(8).
- [8] 谷良贤,龚春林.多学科设计优化方法比较[J].弹箭与制导学报,2005,25(1):60-62.
- [9] 潘彬彬,崔维成,何凌.船舶多学科设计优化中的船型变换模块[J].船舶力学,2009,13(6).
- [10] 吕晶晶,李汉,刘聪.复杂耦合系统新兴的多学科设计优化方法[J].计算机测量与控制,2009,17(5):933-936,939.
- [11] 朱华光,刘莉,龙腾,李昱霖.机翼气动结构多学科设计优化研究[J].北京理工大学学报,2011,31(10):1147-1152.
- [12] 梅小宁,杨树兴.复杂系统的多学科设计优化综述[J].工程设计学报,2010,17(3):173-180.
- [13] 李磊,李元生,于明,敖良波,岳珠峰.离心式压气机耦合松弛多学科设计优化方法[J].推进技术,2011,32(1):42-46.
- [14] 段宝岩,王猛.微波天线多场耦合理论模型与多学科优化设计的研究[J].电子学报,2013(10).
- [15] 易国伟,邓家提.多学科设计优化过程初探[J].航空制造技术,2006(7):94-97.
- [16] 赵加鹏,余锋,石秀华,杜向党.鱼雷外形多学科设计优化方法研究[J].鱼雷技术,2009,17(5).
- [17] 李磊,敖良波,李元生,岳珠峰.船用高压比大流量增压器涡轮多学科设计优化[J].兵工学报,2010,31(5).
- [18] 王奕首,史彦军,滕弘飞.多学科设计优化研究进展[J].计算机集成制造系统,2005,11(6):751-756.
- [19] 李金从,邓家提.多学科优化集成设计框架[J].现代制造工程,2003(3):77-79.
- [20] 赵伶丰,王海龙,白光明,刘震.航天器多学科设计优化技术综述[J].航天器工程,2007,16(5):104-109.

友情链接:

[中国航空学会](#)



[北京航空航天大学](#)

[中国知网](#)



[E检索](#)

您是第21319853位访问者

Copyright© 2011 航空动力学报 京公网安备110108400106号 技术支持:北京勤云科技发展有限公司